

빠른 응답과 높은 대비비의 반사형 LCD를 위한 HAN Cell Hybrid Liquid Crystal Cell for a Fast-Response High-Contrast Reflective Display

문성훈*, 이기동, 윤태훈, 김재창
부산대학교 전자공학과
moonssi@hyowon.pusan.ac.kr

최근에 많이 사용되는 휴대용 기기의 표시장치인 액정표시장치(LCD)에는 반사형이 많이 사용되고 있다. 반사형 LCD는 전력소모의 많은 부분을 차지하는 backlight를 주변광원으로 대체하여 전력소모를 줄일 수 있는 표시장치로 많이 연구되고 있다. 특히, 반사형 LCD는 밝기면에서 우수한 single-polarizer mode가 적합하다^{1,3}. 그러나 single-polarizer mode는 two-polarizer mode와 비교해서 dark 상태에서의 누설광이 많이 발생하여 대비비가 저하되는 단점이 있다. 이 점을 보완하기 위하여 전 파장 영역에서 편광판에 의해 반사광이 차단될 수 있도록 설계를 했다. Dark 상태의 경우는 광대역 $\lambda/4$ 위상지연판과 광학적으로 동일하게 설계하여 반사광이 전 파장에 걸쳐 편광판에 의해 차단되어 우수한 dark 상태를 나타낼 수 있도록 했으며, $\lambda/2$ 위상지연판과 $\lambda/4$ 위상지연판의 조합(그림 1)으로 이루어진 광대역 $\lambda/4$ 위상지연판과 광학적 원리가 같은 non-twist quarter-wave cell을 제안하여 우수한 특성을 얻을 수 있었다⁴. 그러나 $\lambda/4$ 의 위상지연을 가지는 homogeneous cell의 경우 cell gap이 $2\ \mu\text{m}$ 이하로 내려가기 때문에 공정면에서 어려움이 많다. 이러한 문제점의 해결을 위하여 homogeneous cell을 이용하는 대신에 그림 2와 같은 액정분자 배열을 가지는 HAN(hybrid aligned nematic) cell을 이용하여 cell gap을 2 배 정도 두껍게 제작할 수 있었으며($d = 4.09\ \mu\text{m}$), 설계된 두께에 따라 HAN cell을 제작하고 특성을 측정했다. 제작시 한쪽 유리기판은 수직 배향제를 코팅했고, 반대쪽 유리기판은 수평 배향제를 코팅하여 러빙 처리했다.

설계된 cell은 편광판 한 장, $\lambda/2$ 위상지연판 한 장, $\lambda/4$ 위상지연의 HAN cell, 금속 확산 반사판으로 이루어진다. 실험에 사용된 액정으로는 RODIC사의 RDP-81003이며 ($\Delta n = 0.071$), 수직 배향제로는 Nissan사의 SE-1211, 수평 배향제로는 Nissan사의 SE-3140을 사용했다.

광대역 $\lambda/4$ 위상지연판을 사용하지 않고 뛰어난 dark 상태를 얻기 위해 $\lambda/2$ 위상지연판, $\lambda/4$ 위상지연을 가지는 HAN cell을 조합하여 dark 상태의 광학적 원리가 광대역 $\lambda/4$ 위상지연판과 동일하도록 했다. 설계된 cell의 구조에서 그림 1처럼 편광판의 투과축과 $\lambda/2$ 위상지연판의 축은 15° 의 각도를 이루고 있으며, $\lambda/4$ 위상지연을 가지는 HAN cell의 러빙 방향과는 75° 의 각도를 이루고 있다. 전압이 가해지지 않은 초기 상태에는 축이 편광판의 투과축과 θ 의 각을 이루고 있는 $\lambda/2$ 위상지연판을 지난 후 편광상태가 편광판의 투과축에 대해 2θ 만큼 회전하게 되며, 2θ 에 대해서 45° 의 각을 가지고 있는 $\lambda/4$ 위상지연 HAN cell을 두 번 지난 후 편광상태가 편광판의 투과축에 대해 $2\theta + 90^\circ$ 의 각으로 회전하게 되며, $\lambda/2$ 위상지연판을 지난 후 편광판 투과축에 대해 90° 의 각을 가지는 편광이 되어서 dark 상태가 구현된다. 전압이 인가된 후에는 $\lambda/4$ 위상지연을 가지는 HAN cell 이 위상지연을 나타내지 않

기 때문에 편광판의 투과축과 θ 의 각을 가지고있는 $\lambda/2$ 위상지연판을 두 번 지난 후 반사된 빛의 편광은 편광판의 투과축과 일치하게 되어 bright 상태를 나타내게 된다.

특성 측정에서의 광원으로는 실제환경과 비슷하도록 white light source를 사용했으며, 사람의 눈을 모방하기 위해 detector앞에 eye-filter를 설치하여 측정했다. 아래 그림 3처럼 대비비가 30 : 1로 측정되었으며, 13 ms의 응답속도를 나타내게 되었다.

광대역 $\lambda/4$ 위상지연 보상판을 사용하지 않고 전 파장영역에 대해서 뛰어난 dark 상태를 나타내어 높은 대비비를 구현 할 수 있었으며, HAN cell을 적용함으로써 cell gap 공정면에서 유리했고, cell gap 증가에 따른 응답특성도 HAN cell을 적용함으로써 개선되었다.

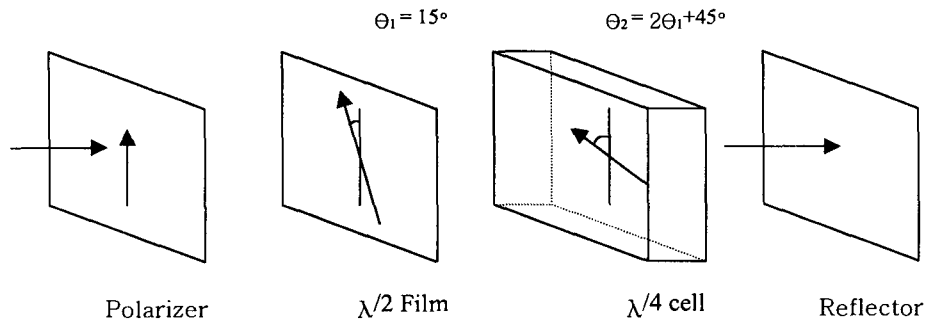


그림 1. Cell의 구조

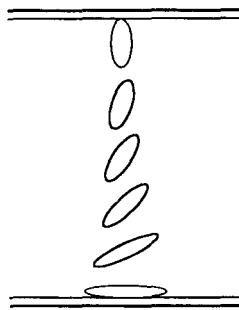


그림 2. Hybrid alignment

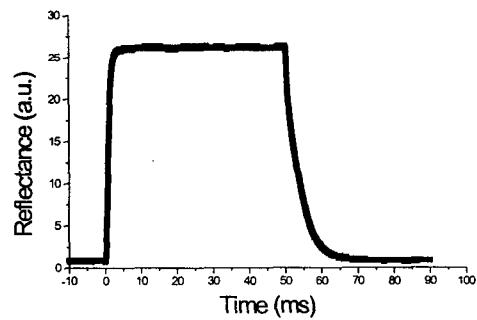


그림 3. HAN cell의 응답특성

감사의 글

본 연구는 정보통신연구진흥원의 99년도 대학기초연구지원사업의 일환으로 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] T. Ogawa, S. Fujita, Y. Iwai, H. Koseki : SID 98 Digest, (1998) 217-220.
- [2] S.-T.Wu, C.-S.Wu, : Appl. Phys. Lett. **68**, (1996) 1455-1457.
- [3] Y. Saitoh, Y. Yoshida, H. Kamiya : SID 97 Digest, (1997) 651-654.
- [4] Tae-Hoon Yoon, Gi-Dong Lee, Jae-Chang Kim : ILCC'00, (2000) (to be published).